Aus dem Laboratorium für Cariesforschung und Bekämpfung
(Leiter: Prof. Dr. H. Schröder)
Dir. d. Zahnärztl. Univ.-Instituts, Berlin.

Ueber den Kalk- und Phosphorgehalt verschieden gedüngter Kartoffeln nach dem Kochen und Dämpfen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des

Zahnärztlichen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Remsi Güleryüs
türkischer Stabszahnarzt, aus Ankara

Tag der Promotion: 25. 8. 1939

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Bln.-Charlottenburg Schillerstr. 44.

M 196

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Prof. Dr. Schröder.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Ueber die Ursachen des verheerenden Gebißverfalles der Kulturvölker Europas und Amerikas in den letzten Jahrhunderten herrscht noch keine Klarheit. Als zu Beginn des 20. Jahrhunderts Miller die Karies als eine chemisch-parasitäre Krankheit angesprochen hatte, und die Milchsäure als das verantwortliche Agens nach Genuß von Kohlenhydraten bezeichnet hatte, glaubte man, die Ursachen damit erkannt zu haben. Aber die nachfolgende Forschung, die die Millersche Theorie bestätigen wollte, stieß auf Widersprüche. Allein schon der exakte Nachweis der Milchsäure bereitete Schwierigkeiten. Beobachtungen an unzivilisierten Völkern zeigte, daß der Kohlenhydratgenuß nicht zur Karies führen muß (Zuckerrohressen der Malayen), daß aber andererseits Völker, denen der Genuß feiner Kohlenhydrate, wie weißes Mehl und Zucker unbekannt ist, sehr schnell Karies bekommen, wenn sie diese Nahrungsmittel von Zivilisierten übernehmen (Eskimos in Westgrönland). Dazu kam, daß durch die Entdeckung und das Studium der Vitamine, die ebenfalls um die Jahrhundertwende erfolgten, die ernährungsphysiologischen Anschauungen sich grundlegend änderten. Man erkannte, daß es nicht genügt, die bis dahin als einzig wichtig erkannten Energiestoffe, wie Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate, zu genießen, sondern daß mineralische Aufbaustoffe und Wirkstoffe ebenso lebenswichtig sind. Da gerade die Baustoffe der Zähne in der Häuptsache von Mineralienbestandteilen der Nahrung geliefert werden müssen, dieser Aufbau aber wiederum die Gegenwart eines Wirkstoffes, des Vitamin D, wie man inzwischen erkannt hat, voraussetzt, so lag es nahe, die Ursache der Zahnkaries in inneren (endogenen) Störungen des Stoffwechsels, bedingt durch die Zivilisation, zu suchen. Als analytische Methoden zum Nachweis der Vitamine erarbeitet worden waren, stellte man auch bald fest, daß die Koch- und Backkunst der Völker, in dem Bestreben, dem Geschmack des Menschen nachzugeben, unverzeihliche Fehler in der Be-

handlung der Nahrungsrohstoffe gemacht und Bestandteile aus ihnen entfernt hatte, und heute noch entfernt, die lebensnotwendig sind.

Die Forschung ging nun daran, die Ursachen der Zahnkrankheiten in Ernährungsfehlern zu suchen, und besonders die durch die hohe Entwicklung der Technik vitamin- und mineralarm, oder -frei gemachten Nährstoffe, Feinmehl und Zucker, sowie alle daraus hergestellten Nähr- und Genußmittel, wie Schokolade und Süßigkeiten, Kuchen, Fein- und Kleingebäck werden heute als auf endogenem Wege für den Aufbau der Zähne hemmend angesehen. In der schlecht durchgebildeten Struktur, durch falsche Ernährung der Mutter und des Kindes bedingt, sieht man eine der Hauptursachen der Kariesfrequenz. Es sind dies zufällig die gleichen Nährstoffe, die die exogene Schädigung auch bedingen, einmal durch Kalk- und Phosphorarmut, das andere Mal durch ihre Eigenschaft, durch Gärvorgänge abgebaut zu werden, wobei sie Säuren liefern, die den Aufbaustoffen des Zahnes schädlich sind. Darüber hinaus wirken sie im intermediären Stoffwechsel auch noch Kalkansatz hemmend.

Aber diese Ursachen sind es noch nicht allein, die den Gebißzerfall bedingen. Die Erkenntnisse der Vererbungslehre wurden erweitert, es wurde durch Beobachtungen festgestellt, daß der Vererbungsfaktor unbedingt eine Rolle in der Kariesdisposition spielen muß, ein Gebiet, das bisher experimentell überhaupt noch nicht nachzuprüfen ist. Daneben hat die Zahnheilkunde festgestellt, daß auch funktionsmechanische Faktoren eine Rolle spielen. Diese wird durch zwei Umstände bedingt: einmal ist die mechanische Beanspruchung des Gebisses des Zivilisierten um viele Kilo der des Primitiven gegenüber zurückgegangen durch die modern gewordene weiche Nahrung. Ein Organ, das nicht gebraucht wird erkrankt aber. Zum andern zeigt die Konstitutionsforschung durch vergleichende Untersuchungen an prähistorischen, altertümlichen und neuzeitlichen Schädeln, daß sich die Bißart des Menschen geändert hat und ein großer Teil der Zivilisierten bereits insuffiziente Gebisse hat. Als letztes hat die bakteriologische Forschung festgestellt, daß anaerobe Bakterien in der Lage sein sollen,

den intakten Zahnschmelz direkt anzugreifen, sodaß die chemische Theorie nicht mehr erforderlich ist.

Eine Vielheit von Ursachen bedingt eine Vielheit von Ansichten. Da die Lösung des Problems vom Standpunkt der Volksgesundheit aus dringlich ist, so ringt die Forschung erbittert um die wahre Erkenntnis. Dabei steht jede Richtung zu ihren oft einseitigen Behauptungen, die sie extrem als richtig verficht.

Sicher ist, daß es eine einzige Ursache für die Karies nicht gibt, daß aber alle nicht gleich wichtig sind, und man die allgemein gefährlichsten von den spezielleren Einzelfällen unterscheiden muß. Nach Ansicht der Arbeitsgemeinschaft für Kariesforschung zu Berlin, bei derem Leiter, Herrn Professor Dr. Schröder, ich die Ehre habe, die vorliegenden Untersuchungen durchzuführen, steht die Funktion des Gebisses an erster Stelle in der Abwehr des kariösen Geschehens. Ihr folgt die vernunftgemäße, vielseitige, vitamin- und mineralsalzreiche Ernährung, besonders der Schwangeren und des Kleinkindes, aber auch des Erwachsenen, da in der richtigen Ernährung die Forderung nach einem härteren Brot (Vollkornbrot) eingeschlossen ist, das gleichzeitig zwei weitere Faktoren der Kariesbekämpfung mit erfaßt. Es vergrößert den kaumechanischen Effekt und verringert die lokalen Schädigungen, da es durch seinen Milchsäuregehalt nicht in eine stark zahnschädigende alkoholische Gärung gerät, wie weiches feines Hefebrot. Dann erst folgt der Vererbungsfaktor, der bei artgemäßer Ernährung hintangehalten werden könnte, besonders, wenn der letzte kariesbekämpfende Weg, die Zahnpflege, ebenfalls mit tauglichen Mitteln und regelmäßig beschritten wird. Zu diesem großen Fragenkomplex muß Baustein für Baustein zusammengetragen werden, um Klarheit in das Karies-Geschehen zu bringen.

Mir ist im Rahmen der Gesamtuntersuchungen die Aufgabe zugefallen, festzustellen, inwieweit eines der wichtigsten Volksnahrungsmittel in Deutschland, die Kartoffel, als Mineralsalzlieferant in Frage kommt, und zwar im Hinblick auf den Zahnaufbau, wie der Aschen- und der Kalk- und Phosphorgehalt nach verschiedenartiger Düngung schwanken, und welche Zubereitungsmethode die zweck-

mäßigste ist, um die bekanntermaßen niedrigen Calcium- und Phosphormengen möglichst verlustlos dem Organismus zuzuführen.

Die Kartoffel ist, obwohl sie schon im 16. Jahrhundert in Europa bekannt war, erst im 18. Jahrhundert durch die Initiative Friedrichs des Großen allgemein als Volksnahrungsmittel eingebürgert worden. Nach anfänglichen Widerständen gegen den Anbau wurde ihre Nützlichkeit den Bauern besonders klar, als in schlechten Getreidejahren die Kartoffel nicht an Ertrag einbüßte, und sie so Hungersnöten vorbeugen half. Durch intensive Kultur gelang es, die Erträge der Kartoffel von 83 Doppelzentnern im Jahre 1878 auf 160 Doppelzentner im Jahre 1934 zu steigern, wobei in besonders guten Jahren (1930) sogar 167,9 Doppelzentner pro Hektar erzielt wurden.

Durch ihren hohen Stärkegehalt ist sie neben dem Brotgetreide der Hauptlieferant der für die menschliche (und tierische) Ernährung nötigen Kohlenhydrate. Außerdem ist sie nach den Untersuchungen Scheunerts (1) der wichtigste Vitamin-C-Träger in der täglichen Nahrung auf Grund ihres hohen Verzehrs gegenüber den anderen Nahrungsmitteln. Am wenigsten schadet dabei das Dämpfen in der Schale dem Vitamingehalt. Auch eine dreivierteljährige Lagerung setzt den Vitamingehalt noch nicht so weit herab, als daß das Vitamin C-Minimum von 10—20 mg (nach Stepp) nicht gewährleistet würde. Lediglich ihr Mineralstoffgehalt, besonders an Calcium, ist so niedrig, daß eine einseitige Zufuhr von Kartoffeln nicht den Mineralstoffbedarf des Menschen decken kann. Einer Erhöhung des Calciumgehaltes durch zweckentsprechende Düngung kann man noch nicht nähertreten, da bisher nicht geklärt worden ist, ob eine der Hauptkrankheiten der Kartoffel, der Kartoffelschorf, nicht durch Kalkgaben gefördert wird. Zum mindesten sind die Anschauungen darüber noch recht verschieden (2). Bei der Wichtigkeit der Kartoffel für die Ernährung ist ihr Anbau stetig geseigert worden, und hat nach dem Rückgang in den ersten Jahren nach dem Weltkrieg eine solche Höhe erreicht, daß 99 % des Verbrauchs von der inländischen Erzeugung gedeckt werden (1934). Die Gesamternten betrugen:

1930	47,1	Mill.	Tonnen
1931	43,9	„	„
1932	47,0	„	„
1933	44,1	„	„
1934	46,8	„	„
1935	41,0	„	„

Von der Kartoffelernte werden ungefähr nur ein Drittel zur menschlichen Ernährung, ein Drittel zur Verfütterung und ein Drittel für die Branntweinherstellung verwendet. Der Verbrauch der Bevölkerung pro Kopf und Jahr wurde für das Jahr 1933—34 auf 188,6 kg geschätzt (3). Legt man diese Zahl, sowie die Durchschnittszahlen für die Asche und den CaO- sowie P_2O_5-Gehalt der Kartoffel (4) zugrunde, um die tägliche Calcium- bzw. Phosphorzufuhr zu ermitteln, so ergibt sich:

188 600 g Jahresverbrauch: 365 Tage gleich 516,7 g Tagesverbrauch. Bei einem durchschnittlichen Wassergehalt von 75 % enthält diese Menge 129,13 g Trockensubstanz. Daraus berechnet sich bei einem durchschnittlichen Aschengehalt von 3,79 % eine täglich einverleibte Menge von 4,896 g Asche. Der Durchschnittsgehalt an CaO ist mit 2,64, der an P_2O_5 mit 16,8 Prozent der Asche angegeben. Das ergibt eine Tagesmenge an Kalk von 0,1293 g und eine solche an Phosphorsäureanhydrid von 0,8225 g. Der Kalkbedarf des Menschen pro die wird allgemein mit 1,0—1,5 g angenommen (5), Ragnar Berg (6) rechnet mit 1,2—2,2 g täglich. Der Mindestphosphorbedarf des Menschen wird auf 4 g täglich geschätzt. Wendt (7) gibt die durchschnittlichen täglich zugeführten Mengen an Ca mit 0,26 bis 0,71 g, an P mit 0,8 bis 1,85 g an.

Wenn auch derartige Durchschnittszahlen einen sehr bedingten Wert besitzen, so zeigt doch die Ueberschlagsrechnung, daß bei selbst reichlichem Verzehr von Kartoffeln diese nicht im entferntesten genügen können, um den Kalk- oder auch den Phosphorbedarf des Erwachsenen, geschweige denn des wachsenden Organismus zu decken. Die tatsächlich einverleibten Mengen an Kalk liegen noch niedriger, wenn die Kartoffeln geschält werden, da dabei nach einigen Versuchen noch ungefähr 15 % von der Kartoffel verloren gehen, während die Durchschnittsverbrauchs-

zahl wahrscheinlich auf ungeschälte Knollen bezogen ist. Dazu kommt, daß die Angaben in den einzelnen Handbüchern und Tabellen untereinander sehr schwanken. Nach J. König beträgt der Aschengehalt der Kartoffel 1,09 g bei einem Wassergehalt von 74,93 g in 100 g roher Kartoffel. In der Trockensubstanz würde die Asche demnach ca. 4,3 % betragen.

Um die tatsächlichen Verhältnisse näher zu erforschen, wurden 3 Sorten Kartoffeln, und zwar 1. Conduragis ohne Kunstdünger, 2. Ackersegen und 3. Parnassia, letztere beiden nach Düngung mit Stalldung und mit Kunstdünger, auf ihren Kalk- und Phosphorgehalt (berechnet auf P_2O_5) untersucht. In jeder Sorte wurde der Wassergehalt, der Gehalt an Trockensubstanz, an Asche, Kalk und Phosphorsäure, roh, in der Schale gekocht, ohne Schale gekocht, in der Schale gedämpft und ohne Schale gedämpft bestimmt. Jede Untersuchung wurde zweimal, bzw. bei stark unterschiedlichen Ergebnissen mehrmals durchgeführt. Da bei nicht gleichzeitiger Inangriffnahme der Wassergehalt außerordentlich stark abnimmt, infolge der Lagerung im Laboratorium, wurden alle Werte auf die zuerst vermittelten Wassergehalte bezogen und späteren Befunde vernachlässigt.

Die Kartoffeln entstammten dem landwirtschaftlichen Betriebe von Herrn Professor Schröder, sodaß die Boden- und Düngungsverhältnisse genau bekannt waren.

I. Conduragis stand auf einem erhöht gelegenen Acker, der nicht mit Kunstdünger gedüngt worden war; sie diente als Verbrauchskartoffel und war nicht irgendwie für Verbrauchszwecke besonders behandelt worden.

II. Ackersegen war von vornherein für Versuchszwecke angebaut worden. Von diesen Saatkartoffeln war ein Teil mit gutem Stallmist gedüngtem Gartenboden

III. gezogen worden, ein anderer Teil war ebenfalls auf Gartenboden, jedoch ohne Stallmist, mit Kali und Stickstoff gedüngt worden.

IV. Parnassiastärkekartoffel war zu dem gleichen Ver-

V. suchszwecke, ebenfalls auf Gartenboden und in der gleichen Art wie Ackersegen, gezogen worden.

Nach der Ernte waren sie eingemietet worden bis zum März 1939. Lediglich Conduragis wurde aus dem Vorratsraum genommen, so daß sie schon von vornherein nicht mehr ihren ursprünglichen Wassergehalt aufwies.

Die Durchführung der Versuche gestaltete sich wie folgt: Die Kartoffeln wurden sorgfältig abgebürstet und in Streifen geschnitten. Mehrere dieser Streifen wurden sofort gewogen und in der Trockenpistole über Phosphorpentoxyd bei 105° C im Vacuum bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die trocknen Stücke wurden nach Feststellung des Gewichtes im Platintiegel bzw. Quarztiegel bei mäßiger Rotglut verascht, zum Schluß im bedeckten Tiegel vorsichtig geglüht, um Verluste an Kalium zu vermeiden. Nach Feststellung des Aschengewichtes wurde der Rückstand in verdünnter Salzsäure gelöst, von ungelöster Kieselsäure filtriert und mit Ammoniak die Salzsäure neutralisiert. Die von ausfallendem Calciumphosphat getrübte Lösung wurde mit Essigsäure angesäuert, zum Sieden erhitzt, und eine siedende Lösung von Ammoniumoxalat zugegeben. Der ausgeschiedene Niederschlag von Calciumoxalat wurde am nächsten Tage durch einen Porzellansintertiegel filtriert, kurz mit heißem Wasser gewaschen und bei 105° C im Heizschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Zur Phosphorbestimmung wurde die Mikromethode nach Lohmann-Jendrassik angewendet. Da die nasse Veraschung mit dem Neumannschen Schwefel-Salpetersäuregemisch sehr lange Zeit in Anspruch nahm, und zu gelblichen Lösungen führte, wurde die Trockensubstanz über dem Brenner verascht, mit dem Säuregemisch aufgenommen und solange erhitzt, bis weiße Dämpfe von SO_3 entstanden, dann mit Wasser verdünnt, erwärmt, in einem 25 ccm Meßkolben gespült und 5 ccm einer $2^1/_2$ % Ammoniummolybdatlösung in 5fach normaler Schwefelsäure zugesetzt. Hierauf wurde 1 ccm einer 25 %igen Eikonogenlösung in 18-%igem Kaliummetabisulfit zugegeben und mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Nach 5 minutigem Stehen in einem Wasserbad von ca. 40° C werden die dunkelblauen Lösungen geschüttelt, auf Zimmertemperatur abkühlen lassen und im Colorimeter gegen eine ebenso behandelte Stan-

dardlösung, die 2 ccm einer Lösung von Kaliumphosphat (Sörensen), welche 0,1 mg P_2O_5 im ccm enthält, colorimetriert.

Zur Untersuchung der gekochten Kartoffeln wurden diese mit Leitungswasser aufgesetzt und ca. 20 Minuten nach dem beginnenden Sieden des Wassers in diesem gelassen, hierauf mit einem Tuche abgetrocknet, zerschnitten und nach dem Erkalten gewogen. Das Schwitzwasser, welches sich im Gefäß niedergeschlagen hatte, wurde nicht mitgewogen.

Das Dämpfen der Kartoffeln wurde im bedeckten Gefäß vorgenommen, wobei die Kartoffel über die Flüssigkeit aufgehängt wurde. Sie wurde dann ebenfalls abgewischt und nach dem Erkalten gewogen.

Schließlich wurde als Gegenprobe von einer Kartoffelsorte die Menge an Mineralsalzen bestimmt, die beim Kochen und Dämpfen, mit und ohne Schale, in das Kochwasser übergingen. Hierzu wurde destilliertes Wasser angewandt. In dem Kochwasserrückstand wurde der Kalk und die Phosphorsäure analysiert. Um die Wasseraufnahme bzw. -abnahme genauer zu verfolgen, wurde in einem Versuch die Kartoffel nach 5 Minuten Kochen, bzw. Dämpfen herausgenommen, gewogen und dann weiter gekocht, bzw. gedämpft, nach weiteren 5 Minuten wieder gewogen und so fort bis zum Garwerden.

Die erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

I. Conduragis ohne Kunstdünger,
II. Ackersegen mit Kunstdünger,
III. Ackersegen ohne Kunstdünger,
IV. Parnassia mit Kunstdünger,
V. Parnassia ohne Kunstdünger.
   a) rohe Knollen,
   b) mit der Schale gekocht,
   c) ohne Schale gekocht,
   d) in der Schale gedämpft,
   e) ohne Schale gedämpft.

1. Uebersichtstabelle der gefundenen Werte in Grammprozenten.

Nr.	Art d. Zuber.	Wasser.	Trockensubst.	Asche in Kart	Asche in Trockens.	CaO in Kart.	CaO in Asche	P_2O_5 in Kart.	P_2O_5 in Asche
I.									
	a)	77,03	22,97	0,874	3,8	0,018	2,1	0,108	12,3
	b)	77,69	22,31	0,92	4,1	0,0096	1,05	0,087	9,4
	c)	73,20	26,80	0,977	3,65	0,0101	0,999	0,138	14,1
	d)	75,94	24,06	0,695	2,9	0,0087	1,24	0,089	12,8
	e)	74,42	25,58	0,88	3,4	0,014	1,60	0,127	14,4
II.									
	a)	84,50	15,50	0,98	6,3	0,023	2,33	0,115	11,75
		75,89	24,11						
	b)	78,87	21,13	0,808	3,8	0 024	3,01	0,021	8,75
	c)	78,09	21,91	1,15	5,25	0,018	1,55	0,149	12,96
	d)	86,51	13,49	0,64	4,74	0 017	2,67	0,032	5,00
	e)	68,45	31,55	0,83	2,63	0,035	4,17	0,174	20,98
III.									
	a)	86,11	13,89	1,19	8,567	0,025	2,07	0,141	11,9
		78,96	21,04						
	b)	85,10	14,90	1,199	8,047	0,017	1,45	0,118	9,8
	c)	85,09	14,90	1,07	7,177	0,020	1,8	0,150	14,02
	d)	79,68	20,32	0,84	4,134	0,018	2,09	0,115	13,69
	e)	78,33	21,67	0,96	4,43	0,030	3,14	0,201	20,90
IV.									
	a)	77,93	22,07						
		80,64	19,36	0,92	4,752	0,021	2,3	0,178	19,35
	b)	74,31	25,69	0,999	3,89	0,0087	0,87	0,212	21,2
	c)	74,56	25,44	1,06	4,18	0,0102	0,97	0,187	17,6
	d)	75,86	24,14	0,51	2,37	0,012	2,4	0,074	14,78
	e)	70,93	29,07	1,00	3,44	0,020	2,0	0,149	14,9
V.									
	a)	82,29	17,71	1,135	6,4	0,029	2,56	0,192	16,92
		79,36	20,64						
	b)	77,25	22,57	1,22	5,38	0,023	1,91	0,220	18,1
	c)	77,75	22,25	1,13	5,09	0,015	1,32	0,219	19,38
	d)	79,89	20,11	0,75	3,72	0,012	1,54	0,091	12,13
	e)	74,72	25,28	0,885	3,50	0,019	2,11	0,124	14,01

Es handelte sich, wie schon erwähnt, in allen Fällen um „alte" Kartoffeln vorjähriger Ernte, die in Mieten gelagert waren. Die Versuche wurden von März bis Juli durchgeführt. Da alle Kartoffeln gleichzeitig ins Laboratorium gelangten, jedoch nicht zur gleichen Zeit in Arbeit genommen werden konnten, verloren sie teilweise erheblich an Wasser, so daß die Prozentzahlen des Kalk- und Phosphorgehaltes der Knollen in rohem Zustande tatsächlich etwas niedriger liegen werden, als sie gefunden wurden.

Unter Berücksichtigung des eingetretenen Wasserverlustes beim Lagern ergibt sich die Tatsache, daß alle Kartoffeln, gleichgültig, ob sie in Wasser oder mit Dampf erhitzt werden, Wasser abgeben, sich ihr Trockensubstanzgehalt also nach dem Erhitzen vermehrt hat. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Kartoffeln erst nach dem Erkalten gewogen wurden, während welcher Zeit noch erhebliche Wasserdampfmengen entweichen; andererseits wurde jedoch die beim Kochen im Haushalt übliche Methode, die Kartoffeln nach dem Abgießen noch einmal kurz auf die Flamme zu setzen und unter Schütteln völlig äußerlich zu trocknen, nicht angewandt. Da bei diesem Verfahren noch erhebliche Dampfmengen entweichen, dürfte die Differenz damit ziemlich ausgeglichen sein und der angegebene Wassergehalt dem entsprechen, mit dem die Kartoffel zum Genuß gelangt.

Bei Verfolg der Wasserabnahme nach je 5 Minuten und der Endwägung nach völligem Erkalten ergab sich folgendes:

Sorte III.

Einwage:	Gewicht	nach	Dämpfen	ohne	Schale	
	5	10	15	20	25 Min.	Erkalten
49,1705 g	48,7206	48,2369	47,7508	47,2561	46,5157	45,0248
Abnahme:	0,4499	0,4837	0,4861	0,4947	0,7404	1,4909 g

Das bedeutet einen Wasserverlust von 5,4 % bis zum Garwerden und von insgesamt 8,43 % nach dem völligen Erkalten. Es gehen also noch 3,03 % Wasser demnach durch das Abgehen des Dampfes beim Erkalten verloren. Dabei ist die — geringe — Gewichtsdifferenz, die durch den Auftrieb der heiß gewogenen Kartoffel entsteht, nicht mit in Rechnung gesetzt worden. Der weitaus höchste Wasserverlust tritt beim Dämpfen der Kartoffeln ohne Schale ein:

I.	II	III	IV	V	
77,03	84,05	86,11	80.64	82,29	
74,42	68,45	78,33	70,93	74,72	
— 2,61	—15,60	— 7,78	— 9,71	— 7,57	% Wasser

Obgleich die absoluten Werte, je nach der Kartoffelsorte verschieden sind, besteht innerhalb der einzelnen Sorten anscheinend eine Abhängigkeit von der Düngung. Die mit Kunstdünger behandelten Kartoffeln verlieren beim Dämpfen ohne Schale mehr Wasser als die mit Stallmist gedüngten, obgleich die rohen Knollen der Stalldungkartoffeln mehr Wasser enthalten.

Beim Dämpfen in der Schale liegen die Verhältnisse anders und wenig einheitlich. Dies mag durch das Vorhandensein der Schale bedingt sein, die den Flüssigkeitsaustausch erschwert. Zudem können, obwohl für die Versuche nur einwandfreie, unbeschädigte Knollen verwendet wurden, feine, nicht erkennbare Sprünge und Risse in der Schale vorhanden gewesen sein, die den gleichmäßigen Ausfall des Versuches beeinträchtigen. Zusammenstellung der Ergebnisse nach dem Dämpfen in der Schale:

I.	II	III	IV	V	
77,03	84,50	86,11	80.64	82,29	
75,94	86,51	79,68	75.86	79,89	
— 1,09	+ 2,01	— 6,43	— 4,78	— 2,40	% Wasser

Der Wasserverlust ist in allen Fällen erheblich geringer mit Ausnahme der Sorte II (Ackersegen mit Kunstdünger), die sogar Wasser aufgenommen hat, (Mittelwert aus drei Versuchen). Die Sorte III (Ackersegen ohne Kunstdünger) verhält sich ebenso wie beim Dämpfen ohne Schale. Am gleichmäßigsten liegen die Werte bei der Parnassia-Stärkekartoffel. Auch beim Dämpfen in der Schale nimmt die mit Kunstdünger gezogene Knolle erheblich mehr an Wasser ab, als die naturgedüngte (50 %).

Beim Kochen mit Wasser in und ohne Schale zeigen die Versuchsergebnisse eine große Regelmäßigkeit:

	I	II	III	IV	V	
roh	77,03	84,50	86,11	80,64	82,29	
m. Schale gek. 1.	77,69	78,87	85,10	74,31	77.25	
o. Schale gek. 2.	73,20	78,09	85,09	74,56	77,75	
Verlust 1	0,66	5,63	1,01	6,33	5,04	% Wasser
Verlust 2	3,83	6,41	1,02	6,08	4,54	% Wasser

Die Unterschiede sind hier, nach verschiedener Zubereitung abgesehen von der 1. Sorte, unerheblich. Sie schwanken nur zwischen den einzelnen Sorten. Während Ackersegen (II + III) mit Kunstdünger ca. 6 % Wasser beim Kochen verliert, ist der Verlust nur 1 % bei der mit Stalldünger gewachsenen Knolle. Es zeigt sich hier also die gleiche Erscheinung wie beim Dämpfen ohne Schale. Dagegen weichen die Wasserverluste bei der Parnassia-Stärkekartoffel nach beiden Behandlungen und verschiedener Düngung nur unerheblich voneinander ab. Sie sind jedoch geringer als beim Dämpfen ohne Schale und höher als beim Dämpfen mit der Schale. Da Temperaturunterschiede beim Dämpfen mit und ohne Schale keine Rolle spielen können, ebensowenig wie beim Kochen untereinander keine Temperaturdifferenzen anzunehmen sind, so können sich die erheblichen Abweichungen nur dadurch erklären lassen, daß beim Kochen mineralsalzhaltiges Leitungswasser (der Gehalt an Mineralsalzen betrug bei dem verwendeten Leitungswasser 0,290 g in 100 ccm Wasser) zur Einwirkung kommt, dessen osmotischer Druck größer und dessen Lösungsfähigkeit für Mineralsalze geringer ist, als das beim destillierten Wasser, welches beim Dämpfen sich auf der Kartoffel niederschlägt, der Fall ist. Dadurch könnte, da die Schale der Kartoffel als semipermeable Membran wirkt, die durch die Wärme und das Quellen der Stärkekörner ausgepreßte Wassermenge durch das Einwandern von Wasser in den hypertonischen Kartoffelsaft kompensiert werden. Dadurch würde es erklärlich, daß beim Dämpfen in der Schale der Wasserverlust geringer ist, als beim Dämpfen ohne die Schale, in welchem Falle der Einfluß der Schale mit ihrer Membranwirkung überhaupt wegfällt.

Beim Kochen gleichen sich die Verhältnisse anscheinend dadurch aus, daß hier zwischen Kartoffelsaft und Leitungswasser, wenn auch nicht Isotonie, so doch ein geringeres osmotisches Druckgefälle herrscht, sodaß Unterschiede zwischen dem Kochen mit und ohne Schale innerhalb derselben Sorte nicht auftreten. Die Frage, warum die gleiche Kartoffelsorte nach Kunstdüngung etwas weniger Wasser enthält, als nach Stalldüngung, aber beim Kochen

und Dämpfen erheblich mehr Wasser abgibt, als die stallgedüngte Sorte, läßt sich im Rahmen dieser Arbeit nicht entscheiden.

Die Trockensubstanz nimmt naturgemäß mit der Abnahme des Wassers zu. Den höchsten Gehalt an Trockensubstanz hat also die ohne Schale gedämpfte Kartoffel. Sie besitzt demnach den höchsten Gehalt an Kohlenhydraten von gleichen verzehrten Mengen an gekochten oder in der Schale gedämpften Kartoffeln. Dabei ist nicht vorauszusetzen, daß sie auch den höchsten Mineralstoffgehalt hat, denn wenn sich auch der Stärkegehalt erhöht und bei gleichbleibender Zusammensetzung der Trockensubstanz der Mineralstoffgehalt steigen müßte, so kann die lösende Wirkung des Wassers beim Kochen wie beim Dämpfen den prozentualen Anstieg völlig wieder ausgleichen oder sogar herabsetzen. Dabei kann auch die Membranwirkung der Schale beim Erhitzen in dieser eine ausschlaggebende Wirkung auf Erhaltung bzw. Verlust an Mineralsalzen haben.

Es war vorauszusehen, daß die Berechnung der Asche bzw. des Kalk- und Phosphorgehaltes auf die rohe Kartoffel kein klares Bild liefern konnte, da, wie schon erwähnt, der Anfangswassergehalt der Knollen nicht bekannt war und bei der Analyse des Wassergehaltes eine der Lagerzeit der Kartoffel entsprechende geringere Menge gefunden werden mußte. Dagegen ist die Trockensubstanz eine zuverlässigere Größe. Wenn auch durch Atmung hiervon ein Teil verloren geht, so ist seine Menge doch nicht ins Gewicht fallend. Auskeimende Kartoffeln wurden nicht verwandt.

Der Aschengehalt der einzelnen Sorten in der Trockensubstanz bietet folgendes Bild:

	I	II	III	IV	V	in 100 g
Trockensubstanz:	22,97	15,50	13,89	19,36	17,71 g	rohe Knollen
Aschengehalt darin	3,8	6,3	8,57	4,75	6,4 g	
„ gek. m. Sch.	4,1	3,8	8,04	3,89	5,38 g	
„ gek. o. Sch.	3,65	5,25	7,18	4,18	5,09 g	
„ ged. i. d. Sch.	2,9	4,74	4,13	2,37	3,72 g	
„ ged. o. Sch.	3,4	2,63	4,43	3,44	3,50 g	

Der Einfluß des Kunstdüngers auf den Mineralstoffgehalt der Knollen ist nicht zu erkennen. Es enthalten im Gegenteil die mit Stallmist gedüngten Kartoffeln 2,27 % mehr Mineralstoffe.

Beim Erhitzen mit Wasser nimmt der Aschengehalt ganz allgemein ab, mit einer Ausnahme (I. mit der Schale gekocht). Dagegen bestehen beträchtliche Unterschiede in der Größe des Mineralsalzverlustes sowohl innerhalb der Sorten als auch bei den verschiedenen Arten der Zubereitung. Während die I. Sorte lediglich beim Dämpfen in der Schale 0,9 % an Aschengehalt verliert, gegenüber ihrem Mineralstoffgehalt in rohem Zustande und sonst die Werte nur um 0,3 % schwanken, nimmt die kunstgedüngte Sorte II (Ackersegen), die (neben der stallgedüngten) den höchsten Wassergehalt hat, beim Kochen um 2,5 % bzw. ohne Schale 1,05 % ab. Der Verlust beim Dämpfen in der Schale beträgt 1,56 %, während beim Dämpfen ohne Schale sogar 3,67 % Unterschied gegenüber dem ursprünglichen Mineralgehalt bestehen. Das bedeutet, prozentual auf den Aschengehalt in der Trockensubstanz berechnet, einen Mineralsalzverlust von 41,78 %. Der Stärkegehalt dieser Kartoffel steigt indessen beim Dämpfen ohne Schale von 15,5 % im rohen Zustande auf 31,55 % d. h. um mehr als 100 %.

Die natürlich gedüngte Ackersegen nimmt dagegen beim Kochen nur unwesentlich im Mineralstoffgehalt (8,57 : 8,04 bzw. 7,18 %) ab. Beim Dämpfen verliert sie ungefähr 50 % gegenüber dem Rohgehalt.

Die Parnassia-Stärkekartoffel zeigt das gleichmäßigste Verhalten, wie aus der Tabelle ohne weiteres hervorgeht.

Während hiernach der Eindruck entstehen könnte, daß das Dämpfen der Kartoffeln ungünstig auf den Mineralstoffgehalt der Knollen wirke, werden die Verhältnisse ganz anders, wenn man den Verbleib des Calciums, als CaO berechnet, innerhalb der Knollen und der Aschensubstanz verfolgt:

In 100 g Kartoffeln sind Calciumoxyd in Milligramm enthalten

	roh	gek. m. Sch.	gek. o. Sch.	ged. m. Sch.	ged. o. Sch.
I.	18	9,6	10,1	8,7	*14*
II.	23	24,0	18	17	*35*
III.	25	17	20	18	*30*
IV.	21	8,7	10,2	12	*20*
IV.	29	*23*	15	12	19

Der CaO-Gehalt erreicht, bzw. überschreitet in 4 von 5 Fällen den Gehalt in der rohen Knolle (nur bei der Sorte V liegt er tiefer), wenn die Kartoffel ohne Schale gedämpft wird. Es ist dies allerdings auch die einzige Uebereinstimmung. Sonst ist eine Regelmäßigkeit kaum zu erkennen. Der nächst tiefere Wert liegt bei jeder Sorte an anderer Stelle. Bei II. in der in der Schale gekochten, bei IV. in der Schale gedämpften Kartoffel, während er bei I. und III. in der ohne Schale gekochten Knolle liegt. Bei der Sorte V. übertrifft der Wert der in der Schale gekochten Kartoffel noch den in der Schale gedämpften. Auch ein Einfluß der Schale in Bezug auf Diffusion oder Retention der Kalksalze ist nicht zu erkennen, da der Durchschnitt der 2. 3. 4 .und 5, Spalte sich wie 82 : 73 : 67 : 118 verhält,

Es ist also in der mit der Schale gekochten Kartoffel im Durchschnitt der Sorten mehr CaO als in der ohne die Schale gekochten enthalten, während es sich bei den gedämpften Kartoffeln gerade umgekehrt verhält. Die absoluten Werte sind außerordentlich klein. Selbst bei einem Verzehr geschälter, gedämpfter Kärtoffeln von 500 g pro Tag würden nur 0,175 g CaO in den Organismus gelangen; das ist nur ungefähr ein Zehntel der Menge, die der Körper tatsächlich benötigt. Dabei ist schon die Kartoffelsorte berücksichtigt, die den höchsten Kalkgehalt hat und am zweckmäßigsten zubereitet wurde (II. 5.)

Die Phosphorsäure ist in der Kartoffel nicht nur an Calcium, sondern auch an Magnesium gebunden, sowie akcessorisch (9) an Stärke. Es ist daher Phosphor nicht im stöchiometrischen Verhältnis zum Calcium in der Knolle vorhanden, sondern bedeutend mehr. Im Dicalciumphosphat verhält sich $CaO : P_2O_5 = 1 : 1{,}27$, im Tricalciumphosphat wie 1 : 0,845, während in den rohen Kartoffelknollen

durchschnittlich mehr als die sechsfache Menge an Phosphorsäure gegenüber Calciumoxyd vorhanden ist.

Die folgende Tabelle zeigt die absolute Veränderung der Phosphorsäuremenge in 100 g Kartoffeln nach dem Kochen mit und ohne Schale. In Klammern sind darunter die entsprechenden Calciumwerte gesetzt (Spalte 1, 2, 4); daneben sind die relativen Veränderungen von P_2O_5 und CaO gesetzt. (Spalte 3 und 5).

Kartoffel-sorte	roh	gek. m. Sch.		gek. o. Sch.	
	1	2	3	4	5
I.	0,108	0,087	— 19,4	0,138	+ 27,8
	(0,018)	(0,0096)	(— 46,7)	(0,0101)	(— 43,9)
II.	0,115	0,021	— 81,7	0,149	+ 29,98
	(0,023)	(0,024)	(+ 4,4)	(0,018)	(— 21,7)
III.	0,141	0,118	— 16,3	0,150	+ 6,39
	(0,025)	(0,017)	(— 32,1)	(0,020)	(— 20,0)
IV.	0,178	0,212	+ 19,1	0,187	+ 5,1
	(0,021)	(0,0087)	(— 58,6)	(0,0102)	(— 51,4)
V.	0,192	0,221	+ 15,1	0,219	+ 14,1
	(0,029)	(0,023)	(— 20,7)	(0,015)	(— 48,3)

Mit einer Ausnahme (II 3) ist der Verlust an P_2O_5 beim Kochen in der Schale prozentual erheblich geringer als der Calciumoxydverlust. Bei der Parnassia-Stärke-Kartoffel nimmt der Gehalt an P_2O_5 sogar zu gegenüber der rohen Knolle, bedingt durch die Erhöhung der Trockensubstanz infolge des Wasserverlustes. Da der Aschengehalt nicht nur nicht im Verhältnis mit der Trockensubstanz steigt, sondern sogar unter dem der rohen Knolle liegt, muß der Verlust in der Hauptsache an Kalium, Magnesium, sowie dem ermittelten Calcium und an Chlor und Schwefelsäure eintreten, während die an Stärke gebundene Phosphorsäure anscheinend restlos in der Knolle verbleibt. Beim Kochen ohne Schale erhöht sich der Phosphorgehalt durchweg. Bei der Parnassia-Stärke-Kartoffel ist die absolute wie relative Erhöhung von P_2O_5 jedoch geringer als beim Kochen mit der Schale. Hier scheint also die Schale das Auslaugen von nichtjonisierter P_2O_5 zu verhindern, während sie die Diffusion jonisierter P_2O_5 begünstigt; denn die Sorten I und II, die weniger stärkehaltig sind, verlieren beim Kochen in der Schale erheblich größere

Mengen an Phosphorsäure, als wenn man sie geschält kocht.

Noch stärker sind die Differenzen beim Dämpfen mit und ohne Schale bei der Sorte II (Ackersegen), während I sich ungefähr gleichmäßig verhält:

	% P_2O_5 roh	ged. i. Schale	gegen gek.	ged. o. Sch.	gegen gekocht
I	0,108	0,089	: 0,087	0 127	: 0,138
II	0,115	0,032	: 0,021	0,174	: 0,149
III	0,141	0,115	: 0,118	0,201	: 0,150

Hier sind die Unterschiede also bei der gleichen Kartoffelsorte und gleicher Behandlung nicht groß. Nur ist die Menge an P_2O_5, die in der Kartoffel bleibt, beim Dämpfen ohne Schale sowohl absolut, als auch relativ in der Asche am größten, analog zum Calciumgehalt, und am optimalsten in Bezug auf Phosphorsäure bei der natürlich gedüngten Kartoffel.

Dagegen verhält sich die Stärke-Kartoffel Parnassia beim Dämpfen anders:

	% P_2O_5 roh	ged. i. Schale	gegen gek.	ged. o. Sch.	gegen gekocht
IV	0,178	0,074	: *0,212*	0,149	: 0 187
V	0,192	0,091	: *0,221*	0,124	: 0 219

Es tritt hier beim Dämpfen in der Schale ein erheblicher Verlust an P_2O_5 ein, der gleichförmig mit dem Verlust an Gesamtasche und Calciumoxyd einhergeht. Es ist also diese Art der Zubereitung, die gerade für die Verfütterung an Schweine am häufigsten angewandt wird, in der Reformernährung aber auch für den menschlichen Genuß wegen des Erhalts des Vitamins C besonders empfohlen wird, am ungünstigsten in Bezug auf die Erhaltung des Mineralstoffgehaltes.

Während sich beim Dämpfen geschälter Kartoffeln aber trotz geringen Ascheverlustes, das Calcium und der Phosphor anreichern, bei stark wasserhaltigen Kartoffeln sogar wegen der relativen Erhöhung der Trockensubstanz die Höhe des Gehaltes der rohen Kartoffel übersteigen, ist dies bei der Stärkekartoffel in Bezug auf Phosphorsäure gar nicht der Fall. Der Calciumverlust ist zwar gegenüber der Rohkartoffel gering, der P_2O_5-Abfall jedoch

gegenüber der Rohkartoffel und noch mehr im Vergleich zur gekochten Knolle sehr stark. Es läßt sich also eine gemeinsame günstige Norm für den Erhalt der Mineralstoffe, Calcium und Phosphor, nicht aufstellen. Die Art der Kartoffel, die Art der Zubereitung und die Düngung haben auf die Ergebnisse einen entscheidenden Einfluß. Während stark stärkehaltige Kartoffeln, wie die Sorte Parnässia nach natürlicher Düngung als Pellkartoffeln, in Wasser gekocht, den höchsten Mineralstoffgehalt aufweisen, ist bei stark wasserhaltigen Kartoffeln die Zubereitung durch Dämpfen ohne Schale die günstigste. Zwar tritt ein Verlust an Mineralsalzen ganz allgemein auf. Dieser geht aber nicht auf Kosten des Calciums und Phosphors vor sich; der Gehalt an diesen Elementen steigt im Gegenteil prozentual stark an. Auch hier liefert die natürlich gedüngte Kartoffel bessere Resultate als die kunstgedüngte. Da im Rahmen dieser Arbeit die anderen Mineralstoffe, besonders Kalium und Magnesium, die im Mineralstoffwechsel als Antagonisten des Calciums und Phosphors eine große Rolle spielen, nicht mitberücksichtigt wurden, kann über den Grad der Resorption, zumal ohne Betrachtung der Beikost, nichts ausgesagt werden. Doch scheint durch die Versuche klar zum Ausdruck zu kommen, daß die Kartoffel, selbst beim Genuß erheblicher Mengen, wie er in ärmeren Schichten der Bevölkerung üblich ist, den Calcium- und Phosphorbedarf des Organismus nicht zu decken vermag. Ohne Genuß von Milch und anderen Molkereiprodukten dürfte die Calcium-Phosphorbilanz negativ bleiben. Die Vorzüge der Kartoffel als Volksnahrungsmittel dürften in ihrem Kohlenhydrat- und Vitamin C-Gehalt liegen. Durch neuere Forschungen (8) hat sich herausgestellt, daß das Vitamin C seinen Sitz nicht bevorzugt unter der Schale hat, sondern sich bis zum Mark hinzieht, sodaß die Forderung nach dem Genuß geschälter gedämpfter Kartoffeln zum Zwecke günstigen Mineralstofferhalts nicht mehr der Ansicht, durch das Schälen träte ein großer Vitaminverlust ein, entgegensteht.

Zusammenfassung.

1. Beim Kochen und Dämpfen von Kartoffeln tritt Wasserverlust und, dadurch bedingt, eine prozentuale Erhöhung der Trockensubstanz ein.

2. Dadurch gleicht sich der Verlust an Mineralsalzen beim Kochen so aus, daß der Gehalt an Asche fast gleich bleibt. Beim Dämpfen, besonders in der Schale, tritt ein Verlust an Mineralsalzen gegenüber der rohen Knolle ein.

3. Dieser Verlust beim Dämpfen betrifft jedoch nicht den Gehalt an Ca und P bei stark wasserhaltigen Kartoffeln, sofern sie ohne Schale gedämpft werden. Diese Elemente sind in gedämpften, geschälten Kärtoffeln sogar vermehrt gegenüber den rohen Kartoffeln.

4. Bei stark stärkehaltigen — mehligen — Kartoffeln tritt jedoch beim Dämpfen mit dem Gesamtmineralverlust auch eine Abnahme des Ca und P ein, während beim Kochen in der Schale sich der relative P-Gehalt stark erhöht, der Calciumgehalt (bei stallgedüngten) Knollen nur unwesentlich erniedrigt.

5. Mit Stallmist gedüngte Kartoffeln wiesen einen höheren Mineralstoffgehalt auf, als kunstgedüngte Knollen.

6. Die Zufuhr von Ca und P selbst durch ausgiebigen Kartoffelgenuß genügt nicht, um den Bedarf des ausgewachsenen Organismus an diesen Elementen zu decken.

Schrifttumsnachweis:

1. Scheunert: Ernährung 2. Heft 3. 152,
2. A. Noll: Der Kartoffelschorf, Forschungsdienst 3, 26 (1937).
3. Ernährung: Bd. 1, Heft 4 (1936).
4. Klein, Handbuch der Pflanzenanalyse.
5. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie V 1277.
6. Ernährung: Band II, Heft 6, 258 (1937).
7. Wendt, J. v.: Handbuch Biochemie 8, 183 (25),
8. Kramer: Ernährung Band 4, S. 173 (1938).
9. K. Freudenberg: Jamin, Cellulose, Liguin, (1933) 110.

Lebenslauf

Ich bin am 1. Mai 1896 in Istambul (Türkei) geboren. Im Jahre 1915 habe ich das Militärische Lyceum beendett. Durch den Weltkrieg konnte ich mein Studium nicht weiter verfolgen. Ich habe am Weltkriege, sowie am Befreiungskrieg in Kleinasien teilgenommen. Von 1924—1929 habe ich die Medizinische Fakultät in Istambul besucht und absolviert. Als Stabszahnarzt bin ich der Gesundheitsabteilung des Heeres zugeteilt worden. Ich habe in verschiedenen Krankenhäusern und Instituten gearbeitet. Zuletzt leitete ich das Militärische Krankenhaus (Zahnärztliche Abteilung) in Ankara und von da bin ich im Auftrage der türkischen Regierung nach Deutschland geschickt worden.